

气象与飞行安全

中国人民解放军广州军区空军司令部

陈锦荣 主编

气象出版社



《气象与飞行安全》

责任编辑：王元庆

王小甫

封面设计：刘云飞

插图设计：陈泽华



《气象与飞行安全》

编审委员会

主任委员：常宝林

副主任委员：臧 为 岳喜翠 麻振军

委 员：陈锦荣 王文林 刘 武 陆少华 龙 渊

主 编：陈锦荣

副 主 编：王锡友

编 写 人 员：（按姓氏笔划排序）

王信元 龙 渊 申斗成 冉 楠 李军强

陈泽华 陈振林 陆少华 林胜平 姚万春

序

《气象与飞行安全》就要出版发行了，这是我区部队落实科学发展观，提高战斗力，保证飞行安全的重要举措，也是我们广州军区空军第一部系统、完整的气象保障安全宣讲教材。该书的出版，展示了我们广州军区空军飞行安全和气象保障理论研究所取得的成果，对于进一步推动飞行安全理论研究，加强飞行安全指导，必将发挥重要作用。在此，我谨向所有参与该书编著工作的同志表示祝贺和感谢。

一直以来，各级领导、机关、一代又一代飞行指战员和广大气象官兵，为认识和把握气象与飞行安全的规律，减少和防止因气象原因造成的飞行事故，进行了艰苦不懈的探索和努力，积累了丰富的经验，形成了一整套关于气象保障和飞行安全工作的基本理论和基本方法。尤其是各级气象部门坚持以“打赢”为标准，狠抓飞行气象保障研究，主动帮助飞行部队掌握地方性、季节性天气特点，积极保证飞行安全，使因气象原因导致的飞行安全事故减少至最低限度，特别是近三年来，实现了气象保障安全工作零事故。事实充分说明，我们广州军区空军关于飞行安全的指导思想和采取的方法措施是符合部队实际的，在今后的工作中应该继续坚持并不断发展和完善。

自从美国莱特兄弟驾驶有动力的飞机首次升空之后，气象与飞行就结下了不解之缘。近一个世纪过去了，人类的飞行活动仍然没有摆脱天气的影响和制约，空军部队更是如此。在长期的飞

行实践中，我们与各类复杂天气进行了搏击，积累了丰富的应对复杂天气、处置特殊空情的经验，但也有过因天气原因造成飞行事故的惨痛教训。我们要善于从成功和失败中举一反三，把历史经验和教训变成宝贵的财富，并紧密结合部队实际和装备、岗位特点，研究飞行安全和气象保障的新情况、新问题，切实把握飞行安全与气象保障的内在关系，科学组织飞行训练和气象保障，不断增强飞行安全工作的科学性和有效性。

随着空军“空天一体，攻防兼备”战略思想的确立和新的《飞行条令》的颁布实施，以及装备更新、机制转换步伐的不断加快和科技练兵的不断深入，飞行安全工作也面临着新的机遇和挑战。切实做好飞行安全工作，对于巩固提高部队战斗力，促进部队全面建设，具有十分重要的意义。我们一定要深入学习胡主席关于军队建设的一系列重要论述，以空军新安全观为指导，以“打赢”为目标，着眼军事训练健康顺利发展，形成战斗力与飞行安全的良性互动，认真研究和谋划新形势下的飞行安全工作。要根据新的形势和任务，进一步加强飞行安全理论研究和指导，完善落实各项法规，加强检查督促，改进方法手段，扎扎实实抓好飞行安全工作的落实，把部队战斗力提高到新水平。

广州军区副司令员兼广州军区空军司令员

高守维

2006年8月1日

前言

为落实空军党委提出的新的飞行安全观,增强指挥员、飞行员和气象人员的安全意识,提高飞行人员和指挥人员对危及飞行安全的恶劣天气的识别、判断和处置能力,保证飞行安全,我们在整理、收集近几年空军各部队安全宣讲材料的基础上,组织编写了此书,希望能够为部队提供一部比较完善的、系统的气象安全宣讲教材。

本书以航空史上尤其是20世纪90年代以来国内外、军内外发生的与气象有关的飞行事故为线索,按照“飞行事故链”理论分析原则,从气象保障、组织指挥和飞行员处置是否得当三个方面,对与气象有关的飞行事故进行了归纳分析,总结了经验教训,提出了有关保证飞行安全的措施建议。

由于本书是以面向飞行人员为主的安全宣讲教材,为紧密贴近部队实际,在编写中,我们广泛征求了师、团级指挥员、各类航空兵部队飞行员和气象人员的意见和建议,认真总结了从飞行指挥、飞行员操纵和气象保障等方面保证飞行安全的经验教训,并注意吸取了航空气象学著作中已有的理论成果,使理论与实践紧密结合。在事例选取上,求“新”、求“全”,争取最大限度地反映近期世界航空领域飞行安全新特点,力求在编写内容上有所创新。

全书共分十二章,第一章“概述”,对气象与飞行安全的关系以及不利气象因素导致的飞行事故进行了论述和分析。第二至

第十章，分别从雷暴、低碎云、低能见度、大风、强降水、低空风切变、飞机积冰、飞机颠簸、台风等九个方面进行了论述。第十一章“复杂天气情况下的飞行”，探讨了指挥员、飞行员和气象员在复杂天气情况下组织实施飞行和保障的基本要求。第十二章“特殊条件下的飞行”，对云中飞行、夜间飞行、海上飞行和山地飞行的天气特点及应对措施进行了论述。

本书以飞行人员使用为主，可作为对飞行人员进行气象安全教育的教材，也可作为对气象人员进行警示教育材料。

本书成稿后，广州军区空军高守维司令员，李长江副司令员，常宝林参谋长，岳喜翠、臧为、麻振军副参谋长，解放军理工大学校长唐万年，空军参谋长助理李福林等对全书进行了审订并提出了宝贵的意见。原空军气象学院王锡友院长为本书的编写、统稿、审订做了大量的工作，广州军区空军司令部林胜平研究员对全书进行了审订和修改，并参与撰写了部分内容，在此一并表示感谢。

本书是对气象与飞行安全这一学术领域的深入探索和研究。由于时间仓促，编者的水平有限，难免有疏漏和错误，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 概述	(1)
一、气象与飞行安全	(1)
二、气象因素导致飞行事故的情况分析	(4)
三、减少和防止气象因素影响飞行安全的主要措施	(9)
第二章 雷暴	(13)
一、雷暴的气候概况	(14)
二、雷暴的形成和发展	(16)
三、雷暴对飞行的危害	(21)
四、在雷暴区飞行应采取的措施	(34)
五、误入雷暴云的处置方法	(42)
第三章 低碎云	(44)
一、低碎云的气候概况	(45)
二、低碎云的种类和特点	(47)
三、低碎云对飞行安全的影响	(52)
四、在低碎云天气条件下飞行应采取的措施	(54)
第四章 低能见度	(59)
一、低能见度的气候概况	(60)
二、空中能见度的特点及判断	(63)
三、形成低能见度(视程障碍)的天气现象	(66)

四、低能见度对飞行安全的影响	(73)
五、在低能见度条件下飞行应采取的措施	(76)
第五章 大风	(79)
一、大风的气候概况	(79)
二、大侧风和大顺风对飞行安全的影响	(84)
三、大风情况下飞行的处置及安全措施	(91)
第六章 强降水	(98)
一、降水的种类	(100)
二、产生降水的主要天气系统	(101)
三、强降水对飞行安全的影响	(102)
四、强降水天气条件下飞行应采取的措施	(110)
第七章 低空风切变	(113)
一、低空风切变的产生和分类	(115)
二、低空风切变对飞行安全的影响	(117)
三、低空风切变造成飞行事故的原因分析	(124)
四、判断低空风切变的方法	(126)
五、遭遇低空风切变时应采取的措施	(129)
第八章 飞机积冰	(134)
一、飞机积冰及其气候概况	(135)
二、积冰对飞行安全的影响	(141)
三、预防飞机积冰的措施	(150)

第九章 飞机颠簸	(155)
一、飞机颠簸的形成	(156)
二、飞机颠簸强度的划分	(165)
三、飞机颠簸的季节变化及区域分布	(165)
四、颠簸对飞行安全的影响	(166)
五、在颠簸区飞行应采取的措施	(169)
第十章 台风	(172)
一、台风的气候概况	(173)
二、台风的结构	(177)
三、台风引发的灾害	(178)
四、台风灾害的预防	(183)
第十一章 复杂天气情况下的飞行	(188)
一、复杂天气情况下飞行的特点	(188)
二、复杂天气情况下飞行“三员”易产生的心理障碍	(189)
三、复杂天气情况下飞行对“三员”的基本要求	(193)
第十二章 特殊条件下的飞行	(202)
一、云中飞行(穿云)	(202)
二、夜间(黄昏、拂晓)飞行	(206)
三、海上飞行	(211)
四、山地飞行	(214)
参考文献	(218)

◀ 第一章 概述 ▶

飞行是在大气中进行的。由于大气的不断运动和变化,产生了各种天气现象,影响和制约着各种飞行活动。天气对飞行的影响是多方面、全过程的,既有有利的一面,又有不利的一面。航空兵部队平时抓住有利的天气组织飞行训练,可提高战术技术水平,增强战斗力;战时利用有利于我而不利于敌的天气,可发挥战术优势,顺利完成战斗任务。相反,飞行中遇到了不利天气,特别是危险天气,如雷暴、积雨云、低空风切变、飞机结冰、飞机颠簸和低于规定标准的低云、低能见度以及大风等,如果不避开它,轻则返航备降,重则发生事故,机毁人亡。因此,在组织飞行活动中,气象因素对飞行安全的影响不可忽视。

一、气象与飞行安全

气象与飞行安全的关系极为密切。在飞行活动中,如果天气掌握不好,把关不严,不按科学办事,就会严重影响飞行安全。

从世界航空史看,许多重大飞行事故(即组织一次飞行,发生两起或两起以上严重飞行事故,或一起飞行事故导致多人死亡)多与气象因素有关。

【案例1】

1939年8月15日,德国空军的第76俯冲轰炸团进行云上航行、云下突袭目标的战术训练。当该团的27架JU-87俯冲轰炸机到达目标区时,该地区的云底高已从900米降至100米以下,但领队误以为云底高还是900米,于是带队保持密集队形穿云下降。当他在云中发现云下发暗时,知道离地面太近了,急忙拉杆退出下降。可后面跟着的飞机大多数都因来不



及退出下降而相继撞地，还有几架飞机因飞行员退出下降时拉杆过猛使飞机失速坠地。此次事故，共造成13架飞机坠毁，26名飞行人员死亡。

【案例2】

1977年3月27日，荷兰航空公司的1架波音-747飞机与美国泛美航空公司的1架波音-747飞机在特纳里夫机场相继起飞时，因当时机场有雾，能见度差，塔台指挥管制人员和飞行员对外观察困难，加之指挥口令不清，导致2架飞机在起飞滑跑中相撞，造成585人死亡的重大恶性事故。

【案例3】

1995年12月12日，俄罗斯空军的“俄罗斯勇士”飞行表演队（由1架伊尔-76和5架苏-27飞机组成的机群）在参加完马来西亚“利马-95”航空展后，经停越南金兰湾机场返回莫斯科。由于当时金兰湾机场云底高仅600米（附近有700米高的小山），能见度不好，机场值班员指示领航机长让机群在1500米空中盘旋待命，但机长无视天气情况，擅自决定穿云下降，并违反进近降落的程序，致使伊尔-76飞机离地面32米时才被拉起，3架苏-27飞机撞山坠毁，酿成了一起飞行史上的大悲剧。

我空军历史上也曾发生过一些与天气有关的重大恶性飞行事故。

【案例4】

1952年10月1日，空军某部参加沈阳北陵机场国庆阅兵飞行，在辽海屯上空编队飞行时，由于遭遇大雨，能见度不到1千米，云底高50米，致使2架米格-15飞机掉队迷航。这



两架飞机下降高度寻找目标时在50~60米的高度分别带坡度触地和撞山坠毁,发生两起一等飞行事故。

【案例5】

1974年5月13日,空军某部在某机场组织昼复训练飞行,由于机场突然被低碎云覆盖,飞机无法降落,致使4架歼侦-6飞机坠毁,2名飞行员牺牲,发生2起一等、2起二等的重大飞行事故。

【案例6】

1994年6月24日,空军某部组织跨区机动训练飞行,由于有关指挥所在组织飞行过程中不顾气象条件,盲目蛮干,机群于重庆机场降落时,在着陆场和备降场均被雷雨覆盖的情况下,被迫进入雷雨区着陆,发生2起一等、1起二等的严重飞行事故。

许多重大恶性事故之所以多与气象有关,主要原因有两个:一是天气因素作为飞行活动的基本环境条件,一旦转坏,不是影响空中的某架飞机,而是影响空中所有飞机的活动,组织指挥不利,易诱发飞行事故;二是受现阶段科学技术水平所限,人们目前还不能按照自身的主观意志控制天气变化,当天气超出飞行要求的最低气象条件时,飞行员除了想方设法及时做出反应外,别无选择。

据统计,1970~1989的20年中,世界范围内因气象因素引发的飞行事故占飞行事故总数的30%;1990~2000年,国际民航由于气象因素而引发的亡人飞行事故有144起,约占亡人飞行事故总数的28%。中国民航自1949~1999年的51年中,由于气象因素引发的二等以上飞行事故有40起,约占二等以上飞行事故的31%。



我空军自1950~2000年,由于气象因素引发的二等以上飞行事故有百余起,约占二等以上飞行事故总数的6%。华南地区天气比较复杂,天气对飞行安全的影响更为显著,自1959年以来,广州军区空军部队共发生与气象因素有关的二等以上飞行事故21起。

由此可见,气象因素是导致飞行事故的重要原因。

二、气象因素导致飞行事故的情况分析

(一) 飞行过程的天气分析

由于气象因素引发的飞行事故可发生在飞行的各个阶段。民航运输机飞行尽管在巡航阶段发生的飞行事故较少,但在此阶段发生的飞行事故却有一半与气象因素直接有关,这是因为飞机在巡航途中遭遇恶劣天气所致;而且与气象因素有关的飞行事故大多发生在起飞和着陆阶段,其中以着陆阶段最多,约占90%。

由于航空兵部队的飞行与民航不同,因气象因素引发的飞行事故在飞行各个阶段的分布也有明显差别。根据我空军历年来发生的与气象因素有关的飞行事故统计,发生在起飞和出航阶段的只占4%,着陆阶段占46%,其余50%发生在空中动作阶段。空中动作阶段发生的飞行事故,主要是由于飞行空域天气变坏,遭遇积雨云等危险天气所致。这说明航空兵部队飞行时,掌握好飞行空域的天气与掌握好着陆机场的天气同样重要。

(二) 影响飞行安全的气象要素

从影响飞行的气象要素来看,气压、气温、风、云、降水、能见度等都与飞行安全有关。

场面气压是调整飞机气压高度表的重要依据,直接关系到测定飞行高度的准确性。经计算,气压误差1百帕,就会造成气压高度表示度10米的误差。飞机着陆前,飞行员根据地面提供的场面气压调整好高度表指针,使高度表指针指到零时,飞机轮子正好接地。如果场面气压少报6百



帕, 指针指零时飞机离地面还有 60 米, 就可能会使飞机无法降落或冲出跑道。相反, 如果场面气压多报了, 就可能使飞机提前接地, 发生事故。

【案例 7】

1989 年 2 月 8 日, 美国独立航空公司 1 架波音-707 飞机在亚速尔圣玛丽亚机场进近时, 地面飞行管制员将场面气压 1019 百帕报成 1027 百帕, 致使飞机撞地坠毁。

【案例 8】

1993 年 11 月 13 日, 中国北方航空公司 1 架 MD-82 飞机在乌鲁木齐机场着陆时, 因飞行员调错了高度表, 把修正海平面气压 (1024 百帕) 当作场面气压 (947 百帕), 造成飞机低于下滑道飞行。当机械员发现高度低时, 飞行员按了“高度保持”按钮, 但没有加油门, 以致飞机失速, 撞上高压线后在跑道延长线 2210 米处坠地烧毁, 机上 102 人中, 12 人遇难, 60 人受伤。

气温对飞机的载重量和滑跑距离有很大影响, 所以, 国际民航组织建议在飞机起飞前两小时, 对发动机进气道高度的气温预报要精确到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。长距离飞行的飞机, 要利用这一预报的温度来计算燃料和货物载重量, 在起飞前 30 分钟用实况值进行最后的校准然后再起飞。

【案例 9】

1993 年 4 月 26 日, 印度空运股份公司 1 架波音-737 飞机在奥兰加巴德机场起飞时, 由于气温预报误差, 导致飞机负载超过最大允许载重量约 2 吨, 飞机爬升不够, 起落架撞到机场外公路上的一辆卡车, 后又碰撞到高压线, 飞机失事, 造成 2 名机组人员和 53 名旅客遇难。



对航空兵部队而言,影响飞行安全的气象要素主要是风、云、降水、能见度等,尤其是低云、雷暴、大雨和恶劣能见度等对飞行安全威胁最大。从我空军历年来发生与气象因素有关的飞行事故分析,因低云影响引发的飞行事故约占该类事故的41%,雷暴(积雨云)约占25%,恶劣能见度约占29%,飞机积冰约占3%,低空风切变约占2%(见图1-1)。

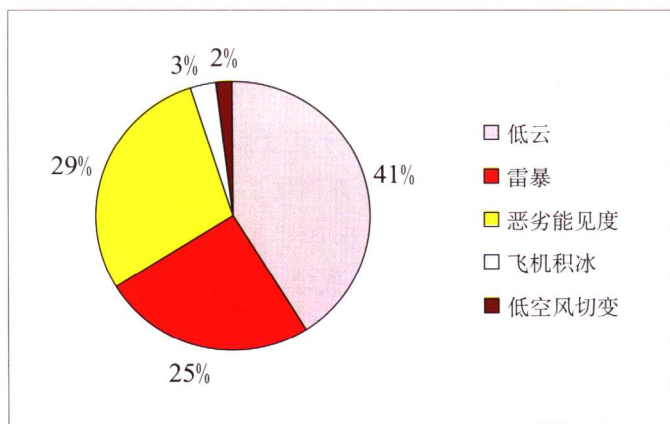


图1-1 空军发生的与气象因素有关的飞行事故中
各气象因素所占比例示意图

广州军区空军历年来发生的21起与气象因素有关的飞行事故中,飞机误入积雨云的有8起,低云影响的有7起,大雨影响的有3起,飞机积冰影响的有2起,空中能见度影响的有1起。

此外,地面大风、冰雹、雷击和暴雨等天气对地面停放的飞机和机场通信导航等设施也会造成损坏。

(三) 气象因素导致飞行事故的原因

中国民航从1949~1999的51年中,由于气象因素导致飞行机组操纵错误而发生的飞行事故有33起,约占飞行事故总数的25%;由于气象因